OSSERVAZIONI SULLA CIRCOLAZIONE DEL SUCCHIO NELLA CHARA MEMORIA...

Giovanni Battista Amici

11

OSSERVAZIONI
SULLA CIRCOLAZIONE DEL SUCCHIO NELLA CHARA

MEMORIA

DEL SIG. PROFESSORE

GIAMBATTISTA AMICI

INSERITA NEL TOMO XVIII DEGLI ATTI

DELLA

SOCIETÀ ITALIANA

DELLE SCIENZE

RESIDENTE IN MODENA.

MODENA

PRESSO LA SOCIETÀ TIPOGRAFICA

MDCCCXVIII.

OSSERVAZIONI SULLA CIRCOLAZIONE DEL SUCCHIO NELLA CHARA

MEMORIA

DEL SIGNOR PROFESSORE GIO. BATTISTA AMICI

PRESENTATA

DAL SOCIO SIG. OTTAVIANO TARGIONI TOZZETTI,

ED APPROVATA

DAL SOCIO SIGNOR AB. GIUSEPPE RACAGNI

Tosto che fui in possesso di un Microscopio Catadiottrico di mia costruzione, m' invogliai di far raccolta di oggetti, che per la loro piccolezza lasciassero giudicar meglio della forza dell' istrumento, o che per la loro singolare struttura potessero soddisfare alla mia curiosità, ed insieme promettere nella loro organizzazione qualche utile ritrovamento.

Fra i tanti da me scelti attirò principalmente le mie attenzione le *Chara vulgaris* pianticelle acquajuole nelle quale fino dal 1774 il nostro Ab. Corti aveva scoperta una circolazione di Linfa.

Questo fenomeno particolare dell' ascensione e discesa visibile del fluido mi colpì talmente che risolvei d' istituire una serie di esperienze sopra quella pianta.

E poichè la qualità superiore del mio Microscopio mi ha permesso di scoprire nella *Chara* nuove leggi di movimento del succhio, e nuovi organi sfuggiti alla diligenza di quell'Osservatore ingegnoso, ho creduto non inutile di renderne con-

to al Pubblico, il che faccio seguendo nella succinta esposizione l' ordine medesimo con cui nel mio giornale sono registrate le diverse osservazioni.

La *Chara* però non forma l' unico soggetto di questo mio scritto: ma avendo presunto che il movimento del succhio negli altri vegetabili si possa eseguire nello stesso modo e per la causa medesima che ne adduco, mi sono pure occupato dell' anatomia di alcune parti di altre piante, onde appoggiare la mia congettura. Per la qual cosa mi è occorso ancora di dover far qui breve cenno delle mie osservazioni sopra i tanto disputati fori de' tubi porosi di Mirbel, e sopra le funzioni de' medesimi vasi nell' economia vegetabile.

2. Ottobre 1814. Osservazione I.ª

Nelle grosse radici della *Chara* si vede la circolazione di un umore. Delle particelle bianche trasparenti di forma globulare di diverse grossezze, che sono in movimento entro il tubo della radice, altre vanno all' in su, ed altre al basso. Quelle che si dirigono al basso sono contenute in una metà del tubo cilindrico; le altre stanno nella rimanente porzione.

Nelle estremità del tubo vi è un' escrescenza o nodo; quivi le particelle in movimento passano dai canali discendenti agli ascendenti, ed il corso è continuo, cosicchè la stessa molecola si vede replicare lo stesso giro.

I nodi che terminano il tubo hanno intorno diverse radici capillari.

Il medesimo movimento si vede nei rami verdi della pianta, e sempre si effettua da un nodo all' altro.

Nel nodo vi è un diafragma che rende indipendente il corso del fluido in un tubo da quello del seguente.

Non si scopre movimento nei tubi che non sono chiusi da due diafragmi.

Alcuni tubi si presentano attortigliati, e qui la circola-

zione si fa per spirale di maniera che i canali ascendenti trovandosi da prima a destra passano a sinistra, e viceversa.

Nelle radici capillari si osservano pure delle minime molecole che girano tra nodo, e nodo di continuo.

Tagliato un tubo verde della pianta trasversalmente in un qualunque sito, si trova composto di un gran tubo centrale circondato da parecchj altri tubetti, come si vede nella (figura I.ª) ingrandita 160 volte in diametro.

Se la sezione si faccia vicino al nodo, allora si scopre il diafragma del gran tubo che lo chiude perfettamente, e si vedono pure le chiusure degli altri tubetti benchè meno distintamente a cagione della moltitudine degli altri rami concórrenti in questa parte.

La Sezione trasversale de' tubi delle radici non mostra che un solo canale cilindrico circoscritto da una sottile membrana.

5. Ottobre 1814 Osservazione II.ª

In alcuni tubi della nostra pianta sono visibilissimi de' grandi ammassi di piccole particelle o globetti uniti assieme in forma di sfera, il cui diametro ascende fino a tre quarti del diametro del tubo. Questi grossi corpi conservando la loro figura sferica ruotano intorno un asse perpendicolare a quello del tubo, compiendosi la rotazione nel senso medesimo delle due correnti del fluido. Oltre questo moto rotatorio alcuni ne acquistano un progressivo nella lunghezza del tubo, il quale però è di non lunga durata nella stessa direzione, poichè avviene che avanzatosi il corpo a cagione d'esempio per un certo spazio verso il diafragma superiore, retrocede per riprendere poscia il corso primiero, e va oscillando così per entro il canale che lo comprende. Le oscillazioni però non sono sempre della stessa lunghezza, ma alcune, e ciò senza legge, prevalendo alle altre portano a poco a poco il grande ammasso da un'estremità all'altra del tubo.

Le particelle trasportate dalle correnti incontrando il grosso corpo che occupa la maggior parte dell' interno del tubo si movono con esso toccando la sua superficie, e l'abbandonano arrivate che siano al vacuo esistente tra questo, e la parete del tubo ove sgorgano e seguitano il loro cammino. Così la particella Q (figura II.a) che appartiene alla corrente AB, incontrando il grosso corpo C devia dal retto corso per giungere fino in M onde passare dall' altra parte, e seguitare la sua strada.

Il grande ammasso di cui si è qui parlato si riconosce per una sfera, imperocchè mantiene l'apparenza circolare in tutte le posizioni del tubo rispetto all' Osservatore.

Tagliando poi il tubo da una parte, il corpo ruotante sorte pel foro spargendosi nell' acqua, e qualche volta scoppiando come una bolla di sapone nell' aria.

Questi ammassi si formano all' improvviso entro il tubo però non sempre toccandolo bruscamente.

10. Aprile 1815. Osservazione III.a

Se si stringe con delicatezza e con sottilissimo filo un tubo di *Chara*, o meglio se si piega facendolo fare un angolo acuto, la circolazione che si eseguiva da nodo a nodo si divide in due, e lo strozzamento fa l'ufficio di nuovo nodo. Levandosi questo diafragma artificiale, l'umore a poco a poco riprende il corso primiero, il che però non ha luogo se lo strozzamento sia stato applicato troppo lungo tempo, ed in quel luogo si sia offesa la pianta.

Allorchè è stato fatto il diafragma artificiale, si può tagliare del tutto il tubo superiore, od inferiore, e nondimeno la circolazione continua tra il nodo reale, e l'artificiale.

Un maggior numero di strozzature accresce in corrispondenza nello stesso tubo le parallele correnti ascendenti, o discendenti.

17. Aprile 1815. Osservazione IV.ª

Presentato al porta-oggetto un grosso e vegeto tubo di *Chara*, e disposto in modo che il piano dividente le correnti passi per l'occhio dell'Osservatore si scoprono le molecole ascendenti a destra, e discendenti a sinistra moversi con velocità diverse secondo la loro posizione rispettiva.

Il massimo grado di velocità si rinviene alle pareti laterali del tubo e decresce continuamente all'allontanarsi da queste, finchè il minimo si scorge esistere nel piano che separa le correnti.

In questo piano le particelle si trovano in perfetta quiete per qualche tempo, finchè oscillando adagio adagio lungo il tubo si determinano poscia a percorrere il canale ascendente o il discendente.

Così accade de' piccoli e de' grossi globetti via facendo si vedono incontrar degli ostacoli o ricevere degli urti da altri corpicciuoli in movimento, per cui scostandosi dalla direzione primiera si avvicinano in tal modo al piano del fluido immobile, che dopo qualche riposo in quel sito passano a camminare nella corrente contraria, o tornano a riprendere il loro corso.

Se poi il tubo è disposto in modo che il piano di separazione dei due canali sia perpendicolare all'occhio dell'Osservatore, nel qual caso le correnti sembrano soprapposte, in allora le molecole che si vedono correre nelle parti più elevate della grossezza del tubo si muovono con maggior velocità delle sottoposte, che sono più distanti dalla parete superiore del tubo medesimo.

Questa distanza dalla parete si giudica facilmente dal movimento che si deve dare al porta-oggetto per portare alla visione distinta le diverse parti dell'oggetto stesso che si contempla.

Così si conosce con egual facilità in qual luogo del tu-

bo succeda il cambiamento di direzione delle correnti, imperocchè coll'alzare il porta-oggetto per la metà circa della grossezza del tubo della pianta, il fluido che per esempio superiormente ascendeva, ora si scorge nelle parti sottoposte retrocedere, quantunque però non si abbia del medesimo una visione nitidissima, stante l'oscurità che il canale superiore produce.

Queste osservazioni più volte ripetute, e verificate anche nei due decorsi anni 1816. 1817. mi convinsero che il movimento del succhio in questa pianta si compie in un tubo solo cilindrico terminato nelle estremità da diafragmi, e che una metà del cilindro fluido ascende nel mentre che l'altra metà discende, restando le contrarie correnti in contatto assoluto senza che alcuna cartilagine separi il tubo in due.

Il taglio trasversale del tubo delle radici che mostra un sol condotto (osservazione I.ª) Il diafragma artificiale il quale fa piegare ove si vuole il succhio (osservaz.ª II.ª) Il grosso corpo che ruotando nel senso delle correnti percorre liberamente la lunghezza del canale (osservaz.ª III.ª) I diversi gradi di velocità de' corpi trasportati dal fluido, ed il passaggio di questi da una corrente all'altra senza l'obbligo di percorrere l'intera rivoluzione (osservaz.ª IV.ª) tutti questi sembranmi fatti non equivoci per giudicare, come ho detto, della natura del movimento.

Il nostro Ab. Corti, che fu il primo ad osservare questa circolazione non arrivò col suo Microscopio costrutto da Dollond a scoprire ch'essa si effettuava in un solo tubo, e non lo sospettò nemmeno, poichè la singolarità del fenomeno avrebbe per avventura potuto mostrargliel inesplicabile o irragionevole. Egli solo credette *che i canali fossero due a foggia di tubo ricurvo ritornante in se stesso o aventi un lato comune. La sostanza dei due gran vasi gli parve un delicatissimo tessuto di fibrette longitudinali, e di cellulare finissima, ma restò dubbioso se questi canali fossero due solamente oppure molti uniti sotto l'apparenza di due, od anche sparsi*

al di dentro di una sostanza spugnosa come quella del giunco fralle fibre del quale girasse il fluido.

Se al dire di Bonnet era molto interessante il conoscere la forza che anima al corso i corpicciuoli osservati dal Corti, non meno importante certamente sarebbe lo scoprire d'onde derivi un movimento tanto ammirabile di un fluido che circola, come ora troviamo, entro un semplice tubo cilindrico in un modo incompatibile colle leggi d' idraulica che conosciamo (a).

Dalla maggior parte de' Dotti ai quali ho avuto il piacere di mostrare le mie osservazioni sono stato incoraggiato ad occuparmi di questa ricerca, e quantunque io ne abbia sentite tutte le difficoltà, pur condimeno nel principio del presente anno ho tentato l' impresa cominciando da un nuovo esame e più attento della membrana che forma l' involucro del maggior tubo della pianta. (b)

Questa membrana sottilissima, come ho già notato nelle prime osservazioni, mi comparì strisciata con tante linee parallele ed egualmente distanti, le quali in alcuni tubi si estendevano longitudinalmente, ed in altri a modo di spire li fasciavano.

(a) L' Abbate Corti sperava che la Chara translucens major di Vaillant potesse somministrare grandi lumi per ottenere, come egli dice *la soluzione del gran problema, cioè trovar la cagione onde comparisca il circolo del fluido nelle parti della Chara. Problema,* soggiunge, *che io non ho saputo sciorre dalle osservazioni fin' ora ricavate da quelle specie di Chara, che ho esaminate.*

(b) Fra le molte ragguardevoli persone alle quali mostrai prima del 1818 i miei esperimenti sulla Chara, e ne ho loro parlato avanti la detta epoca, mi pregio di ricordare le seguenti. *In Modena* S. A. R. l' Arciduca Massimiliano d' Austria d' Este, e S. A. il Sig. Principe di Metternich, i quali in epoche diverse onorarono di Loro presenza il mio Studio Ottico; Prof. Barone, Prof. Giovanni Fabbroni, Prof. Paolo Ruffini. *In Firenze* S. A. R. l' Arciduca Leopoldo, Conte Gir. Bardi, Prof. Paoli, Prof. Targioni Tozzetti. *In Roma* Prof. Mauri, Prof. Marichini, Prof. Sebastiani. *In Napoli* Prof. Cav. Moncelli, Prof. Cav. Tenore, Colonnello Visconti.

La (figura III.ª) marca l'apparenza di queste striscie longitudinali, e la (figura IV.ª) indica quella delle medesime striscie a spirale.

Or il succhio della pianta si trova sempre ascendere o discendere secondo la direzione delle striscie, cosicchè se il fluido ascende direttamente per AB (figura III.ª), si vede discendere pure per diritto secondo CD: che se poi monta obbliquamente per MN (figura IV.ª), retrocede allora per PQ, e sale per l'altra fascia RS contigua seguitando alternativamente a vedersi le correnti dirette ora per un verso, ora per l'altro.

È cosa degna di particolar osservazione che tra le strie per la direzione delle quali il fluido va all'in sù e le altre che segnano il cammino in basso, vi è costantemente uno spazio vuoto di strie nel quale se ne potrebbero comprendere cinque, o sei, ed anche d'avvantaggio.

Questo spazio privo di righe è marcato tanto nella (figura III.ª) come nella (figura IV.ª). Ed è ben da notarsi che in ogni tubo ne esistono due di eguale ampiezza diametralmente opposti al di quà, e al di là de'quali le striscie sono similmente ed egualmente disposte.

Egli è nel piano il quale possiamo immaginare che scorre longitudinalmente per mezzo di queste porzioni delle membrane opposte, e prive di righe, che si trova sempre il confine delle correnti, ossia il fluido quasi stagnante.

La membrana del tubo è liscia, trasparente, e bianca, mentre le righe della medesima sono di un color verde. L'osservazione attenta fa vedere che le righe sono aderenti alla superficie interna della membrana e mi è accaduto costantemente di trovare la velocità del fluido sempre maggiore in quei tubi ove le striscie sono più decise, e più spesse.

Un men celere movimento ha luogo allorquando queste striscie sono in minor numero od interrotte, e cessa affatto il corso ove queste siano del tutto disorganizzate. Che se poi queste righe restano bene organizzate nel tubo, ma tutte, o molte di esse siano scomposte in una qualche parte del tu-

bo stesso, in questa parte medesima si fa un ristagno di succhio, e ne nascono due correnti ascendenti, e due discendenti come nel caso dell' osservazione III.ª

Ciò mi fece subito sospettare che la presenza di queste righe avesse la principale influenza nel determinare il fluido al movimento.

Egli è quindi che con maggior accuratezza mi sono fatto ad esaminare la natura di questi organi, ed il fenomeno della loro parziale disorganizzazione, ed anche totale sparizione

Però ho trovato con le maggiori forze amplificanti dell' istrumento che le striscie non sono formate di un pezzo solo quali a prima vista si presentano, ma sono in realtà costituite dall' unione di tanti corpicciuoli verdi addossati a modo di rosario l' uno all' altro come si vede nella (figura V.ª) ingrandita in superficie 207025 volte.

Questi corpicciuoli aderiscono alla parete interna della membrana, e per una scossa o maltrattamento qualunque della pianta si staccano dalla parete spargendosi isolati, o confusi in ammassi entro il tubo, ove bene distinguonsi per il loro color verde dagli altri globetti in movimento.

Tagliando trasversalmente il tubo della pianta, i corpicciuoli delle striscie che sono vicini al taglio escono col succhio non unendosi ad esso, ma piuttosto coagulandosi fra loro si spargono quà, e là per l' acqua

Non tutti però i corpicciuoli verdi sortono dall' apertura, ma ne restano anche alcuni attaccati alla membrana, ed ho veduto che i più lontani dal taglio rimangono infilzati sotto l' aspetto medesimo di coroncine, le quali per altro non conservando più la primiera tensione, si curvano irregolarmente, alcune avvicinandosi fra loro di più, ed altre maggiormente allontanandosi come lo accenna la (figura VI.ª).

Egli è però in arbitrio dell' Osservatore di fare sparire tutte le righe, obbligando i corpicciuoli che le compongono ad uscire per l' apertura eseguendo una pressione sopra la membrana.

In allora la membrana stessa componente il tubo resta limpida, e trasparente quasi come un vetro.

Per farsi un' idea più esatta della maniera con cui sono disposti i corpiccinoli che formano le striscie, si ricorra alla (figura VII.ª) la quale rappresenta la sezione trasversale del tubo della Chara. ANBM è la membrana del grosso tubo privato della corteccia, e de' tubetti esteriori che la circondano. I punti neri intorni marcano i piccoli corpi nominati, de' quali in un tubo se ne contano più di cento file. A, B indicano gli spazj privi di coroncine, i quali sono larghi circa un venticinquesimo della circonferenza del tubo per ciascuno: si noti ancora quì che le ultime coroncine le quali stanno al di quà, e al di là della membrana che ne è priva, non le ho mai trovate complete. Egli è poi nella direzione AB che si trova il confine delle due correnti in moto per contrario senso. Il maggior grado di velocità del fluido ascendente si scopre in M, e la maggior celerità del discendente si vede nell' opposta parte N.

Io non saprei dire se le contrapposte serie di striscie che accompagnano interamente la lunghezza del tubo vadano ad unirsi o no nelle estremità del medesimo. Ho isolato più volte un tubo tagliando il suo antecedente, ed il suo posteriore fino a lasciare scoperti i diafragmi, ma quantunque attraverso questi diafragmi siasi manifestamente palesato il corso, ed il piegare del succhio, pure non ho saputo decidere dell' esistenza, o non esistenza delle righe aderenti al diafragma stesso.

L' uscita del succhio pel taglio trasversale del tubo non mi resta punto equivoca. Ho osservato che il fluido vien fuori non per tutta la sezione circolare, ma soltanto per circa la metà, e precisamente per quella parte che corrisponde alla corrente la quale era già diretta verso il taglio medesimo.

Il fluido appartenente alla corrente contraria non esce finchè non abbia fatto per lo meno una volta il giro del no-

do. Dico per lo meno una volta, poichè una molecola, la quale si trovava vicino alla sezione, ma nella corrente incamminata verso il nodo, l' ho veduta replicare più fiate il suo corso ascendente e discendente prima di uscire dal taglio.

Ho già avvertito che se si taglia un tubo trasversalmente, le striscie che prima erano tese e parallele in alcuni luoghi si piegano, altre accostandosi, altre allontanandosi fra loro. Or qui se si comprime un poco l' imboccatura della sezione perchè tutto il succhio non esca, la circolazione seguita ancora. Ed ho osservato che le particelle in moto seguitano costantemente l' andamento delle righe quantunque amosse dalla posizione primiera, e si addattano alle loro sinuosità: anzi queste particelle medesime, ed è ciò ben degno di particolare rimarco, non solo seguono le vie tortuose segnate dalla disposizione delle righe, ma acquistano di più maggior velocità quando arrivano ai luoghi ove le righe si sono approssimate, e per conseguenza se ne trova un maggior numero in un eguale spazio.

Dopo tutto ciò restava di esporre a qualche cimento chimico la nostra Chara. L'aceto solo è stato da me impiegato. Dal che non solo ho verificato la cessazione del movimento del succhio come osservò il Corti, ma ho rilevato ancora che, tagliato il tubo trasversalmente dopo d' averlo immerso per un istante in questo agente, il succhio non esce più da se, ed è d'uopo di comprimere il tubo stesso per vuotarlo.

Quì ne nasce il particolare fenomeno che i corpicciuoli verdi non si vanno più a spargere nell' acqua in ammassi informi e mal distinti, ma escono separati, ed anche infilzati in fragmenti di righe le quali sembrano legate da una sottilissima membrana molto più sottile di quella del tubo a cui stavano aderenti.

La (figura VIII.ª) mostra gli ammassi de' corpicciuoli usciti senza l' azione dell' aceto, e la (figura IX.ª) indica la disposizione de' medesimi dopo aver subito l' azione del detto acido.

Tutte queste ultime osservazioni del 1818. le ho fatte nei gran tubi della Chara ricavati dai rami verdi col raschiare gentilmente i tubetti esteriori che li circondano.

Quando cominciai ad esaminare il corso del succhio in questa pianta, mi serviva, come dissi, delle radici, le quali sono per se trasparenti, e non mostrano vestigio di altri tubi che le fascino.

Di queste radici se ne trovano delle grosse, le quali mostrano bensì le righe de' corpicciuoli, ma esse non si scorgono così bene come nei tubi de' rami, e ciò perchè i corpicciuoli sono di un diametro minore, ed alcuni di un colore meno verde, e quasi del tutto trasparente, per lo che le righe medesime sembrano a primo aspetto interrotte.

Nelle radici capillari, ossia nelle ultime barboline si vedono manifestamente de' corpicciuoli girare come ne' grossi tubi tra nodo e nodo, ma la maggior forza del Microscopio non è capace di farmi discernere nel tubetto trasparentissimo alcun segno di rigatura.

Da ciò non ne inferisco che le barboline medesime non contengono i nominati corpicciuoli così simmetricamente disposti intorno la parete interna della membrana, ma trovo più ragionevole il conchiudere che la loro piccolezza, e perfetta trasparenza li fa sfuggire a' nostri sguardi. Infatti il diametro del tubo di alcune piccole radici capillari, nelle quali si scorgevano chiaramente de' piccoli corpi in movimento confrontato con quello di un tubo de' rami, l' ho trovato quindici volte minore. D' altronde il diametro de' più grossi corpicciuoli verdi della corteccia de' grandi tubi non supera $\frac{1}{5460} =$ 0, 000183. di pollice. Volendosi adunque conservata la proporzione nelle radici capillari, la larghezza delle righe dovrebbe essere $\frac{1}{5460 \times 15}$ di pollice, quantità assolutamente invisibile anche colle più forti amplificazioni del mio istrumento.

I tubetti che circondano il gran tubo de' rami della Cha-

re non dovevano lasciarsi inconsiderati. Le osservazioni su questi particolari oggetti mi hanno dato a conoscere che sono costituiti di una membrana simile a quella del maggiore, ma molto più sottile, e meno consistente, che entro contengono le medesime striscie composte di corpicciuoli ancor più verdi; e che in fine in essi si eseguisce una circolazione come nel grande la qual' ultima cosa, sebben veduta più d'una volta, l'ho però osservata con molta pena per la difficoltà grande che s' incontra di rendere i tubetti trasparenti senza lacerarli.

Alcuni di questi tubetti poi non percorrono tutta la lunghezza del grande, ma mentre uno si chiude e termina, ne nascono altri che si succedono fino al nodo. Si trova ancora che l'andamento dei tubetti esteriori è uguale all'andamento delle striscie interne del gran tubo, cioè se i tubetti sono diritti, anche le striscie del tubo centrale sono diritte, che se i tubetti fasciano a spirale il maggior tubo, anche le striscie di questo sono spirali, dal che esternamente senza levar la corteccia si può giudicare dell'andamento del fluido nel gran tubo

Dalla (figura I.ª), la quale rappresenta la sezione trasversale di un ramo verde della Chara, sembra che i tubetti esteriori abbiano le pareti comuni tra loro, e col centrale.

Tale è infatti l' apparenza che se ne ha sotto il Microscopio a riflessione, la cui maggior forza amplificante non vale a distinguere separazione di membrane. Per altro si può con l'arte riconoscere che ogni tubo ha la propria membrana che lo circonda, giacchè non riesce difficile il levare interamente il grande centrale, e distaccare ad uno ad uno gli esteriori.

Dopo di aver indicato semplicemente tutto ciò che ho osservato sulla organizzazione della nostra Chara e sulle leggi del movimento del succhio, siami ora permesso il riflettere che nessuna delle cagioni, le quali si sono ingegnosamente immaginate onde spiegare l'ascesa del fluido negli altri vegetabili, può avere una plausibile applicazione al caso nostro,

Nel movimento entro le membrane della Chara resta evidentemente esclusa l'azione della capillarità de'tubi, ed il vuoto cagionato dalla traspirazione.

Nè anche la contrazione e la dilatazione alternative del tiglio argenteo di Knight può aver qui luogo. Primieramente perchè questo tiglio argenteo manca alla Chara, e perchè in secondo luogo non potrebbe produrre il doppio movimento osservato.

Se si prende un budello pieno di fluido e chiuso alle estremità come sono i tubi della Chara, premendolo or più, or meno con un peso, il che equivalerebbe all'azione del tiglio argenteo, il fluido non riceverà certamente alcun moto regolare, e tutt'al più si farà strada per uscire dal budello.

Lo stesso dicasi dell'irritabilità con cui Thomson dà ragione dell'uscita del fluido lattiginoso da ambe le opposte sezioni di un ramo, o di una foglia d'Euforbia.

Se la membrana del tubo della Chara irritata desse un urto al fluido per fargli concepire un movimento, questo medesimo fluido uscirebbe per tutto il taglio trasversale del medesimo tubo, e non per la sola metà come ho riferito accadere. D'altronde si dovrebbe pur vedere lo stringimento del tubo o la diminuzione del diametro di lui, il che non succede.

Non mi sembra egualmente ammissibile che il moto rotatorio derivi, come ci riferisce Targioni, in proposito delle osservazioni del Corti, dall'urto che il fluido soffre lungo le cavità delle cellette, mentre passa da uno stretto ad un più largo canale per la rarefazione prodotta dal calore

Nella nostra Chara si tratta di un' unica cella isolata e chiusa da una sola membrana, per cui non si può far passaggio di fluido che attraverso i pori invisibili della medesima. Inoltre il rigurgito come potrebbe estendersi ad una distanza 69 volte circa maggiore della larghezza del canale con tanta regolarità? (c).

(c) Un tubo di Chara di mezzana grandezza l'ho ritrovato in diametro = 0,0145 di pollice e lungo un pollice

Se bene si fa attenzione alla natura del movimento del succhio nelle Chara, se si considera ch' esso succhio è stagnante ove mancano le coroncine de'corpicciuoli, che corre più velocemente quanto è più vicino alle medesime, che acquista una celerità maggiore là ove le coroncine stesse siano in maggior numero, e che si move sempre nella direzione di quelle, sembrami non si possa disconvenire che la causa motrice risiede nei corpicciuoli verdi che le compongono.

Ma come questi corpicciuoli possono dunque imprimere nel fluido un tal movimento? Io ne abbandono la decisione ai Dotti avvezzi colle loro profonde ricerche a penetrare gli arcani delle natura, e mi permetto soltanto di esternare una mia congettura, che le coroncine cioè della Chara formino tante pile voltaiche.

Tale opinione riceve appoggio dalla facoltà che ha la corrente Galvanica di trasportare l'acqua dal polo positivo al negativo, facendola passare attraverso i pori da prima impermeabili di una vescica, ed alzando il fluido oltre il livello, come ce ne assicura l'esperienza di Porret.

L'anatomia del Lupolo e del Tropeolo sembrano aggiungere qualche peso alla ipotesi delle pile.

E noto che queste due piante danno in alcune circostanze manifesti indizj d'elettricità. (*d*) Ma queste piante medesime ci mostrano ricchissime di corpicciuoli simili a quelli delle coroncine della Chara. Egli è vero però che non si rinviene in essi una disposizione così simmetrica, ma ciò può ben derivare dallo sconcerto che la pianta soffre nel tagliarla, come accade alla Chara stessa quando venga maneggiata senza grande delicatezza.

Vi è tutta l'apparenza che i corpicciuoli delle Chara sia-

(*d*) *Tropeolum Majus*.
Flores ante crepusculum fulminant = Observante E. C. Linaea

Humulus Lupulus
Murmur electricum, quasi scintillationum tenuem, vento exagitante Humuli palos, quid? Wild. Sp. pl. pag. 769.

no della stessa specie de' piccoli grani di Sprengel, che si trovano entre le celle delle altre piante, ed assumono qualche volta una disposizione regolare.

Questi grani al dire di Mirbel e di Link sono di natura emilacea, salina, o resinosa.

Sarebbe dunque possibile che la circolazione del succhio negli altri vegetabili si eseguisse in un modo analogo a quello che si vede nella Chara? La causa motrice sarebbe ella mai quella che io ho sospettata? Ecco una ricerca che ha richiamata la mia attenzione, e che se non m'inganno, merita quella dei Naturalisti, e de' Fisici. Quanti altri fenomeni nel mondo vegetabile, addottando l'ipotesi mia, riceverebbero più facile spiegazione! Ma qui si ricercan de' fatti, ed io esporrò nudamente quanto ho potuto raccogliere dalla anatomia di alcune piante.

È celebre la quistione se i tubi porosi descritti da Mirbel siano veramente forati, oppure sparsi di globetti o protuberanze simmetricamente ordinate, che per un'illusione ottica mostrino nel centro un pertugio.

Or qui bisogna che io confessi che avrei desiderato di verificare l'esistenza de' globetti, giacchè dalla teoria Mirbeliana volendosi che il succhio ascenda per questi grandi vasi, il fenomeno si sarebbe in qualche modo accordato colla mia ipotesi. Ma per quanto io fossi preoccupato sulla natura degli oggetti in quistione, pure l'osservazione reiterata mi ha finalmente convinto che in mezzo alle escrescenze (Bourelet) della membrana del tubo evvi una fessura. E poichè questa è una delle quistioni capitali dell'anatomia delle piante, credo che non sarà inopportuno che io esponga gli esami ai quali ho assoggettato questi oggetti per escludere le illusioni.

I tubi porosi da prima considerati furono quelli delle seguenti piante, Simphytum officinale, Cucurbita pepo, Anethum Foeniculum, Humulus lupulus, Sassafras, Schinus molle, Asclepias syriaca ec.

Niente fu più facile di riconoscerli dagli altri organi del-

le piante tagliandone delle sottilissime fettoline, ed immergendole in una goccia d'acqua posta sopra un limpidissimo vetro del porta-oggetto Microscopico. Ma per quanta attenzione io mettessi per iscorgere se le escrescenze della membrana del tubo fossero, o no forare, mai di questo potei giudicar francamente. In alcune posizioni i fori mi sembravano manifesti, in altre tutto all'opposto mi comparivano chiusi. Tentai di modificare l'intensità della luce, di mutarne la direzione, di variare gl' ingrandimenti, ma sempre con esito dubbio.

In questo stato d'incertezza cambiai modo di osservare, illuminando l'oggetto non più per trasparenza, ma per riflessione come si fa per i corpi opachi. Questa qualità di potere illuminare i corpi opachi e di vederli con le maggiori forze amplificanti è un importante vantaggio del mio Microscopio.

Scelsi dunque pel nuovo scrutinio varie tenuissime porzioncelle di legno di canepa, le quali per essere di color bianco comportano un grado più forte d'ingrandimento. Collocata una di queste piccole porzioni di legno sopra un piano liscio di nero ebano senza bagnarlo nell'acqua, la presentai al Microscopio: ed eccoti apparire la membrana di un tubo di colore cenerognolo con le sue escrescenze di un bianco vivo, aventi nel mezzo un foro ovale perfettamente nero.

La (figura X.ª) rappresenta un pezzo di questa membrana di tubo poroso del legno di canepa ingrandito 1060900 volte in superficie.

Non mi contentai però di tale semplice vista. Mi entrò il sospetto che le protuberanze delle membrane fossero lisce al segno da riflettere le immagini degli oggetti, e che il foro ovale nel centro non fosse che l'immagine di una porzione corrispondente dello specchietto illuminatorio priva di luce.

Negli occhi delle mosche sopra una base esagona si vede eretta una semisfera, nel mezzo della quale con un certo modo d'illuminazione si riscontra un cerchietto nero. Quante persone alle quali ho mostrato quest' oggetto, hanno creduto dapprima di vedere la pupilla degli occhi! Eppure ciò non è

che la privazione di luce prodotta dal foro centrale dello specchio illuminatorio superiore.

Per riconoscere quindi nei miei tubi il reale dall' illusorio, non cambiando l' illuminazione feci ruotare per un intero giro il porta-oggetto, e vidi insieme ruotare i fori ovali del tubo, conservandosi sempre col loro asse maggiore nella direzione trasversale del tubo medesimo, la qual cosa non sarebbesi verificata nella supposizione di un'ombra in vece di un foro.

Per altro riflettei ancora che se la forma delle escrescenze fosse stata allungata come un' uliva, l' ombra centrale avrebbe girato egualmente intorno al moversi del porta-oggetto, ma esclusi questi sospetti coll' assicurarmi che le escrescenze della membrana non riflettevano le immagini, il che lo feci coll' intercettare or questa, or quella parte di luce dello specchio illuminatorio, dalla qual cosa niun cambiamento di forme scorsi negli oggetti che contemplava.

Con lo stesso costante aspetto mi si presentarono altri tubi pomsi della canepa messi al medesimo cimento, e non tardai a scoprire gli stessi fori nei tubi di quelle piante che esaminate per trasparenza mi avevano lasciato nell' incertezza.

Io ho però osservato delle escrescenze o cercini così serrati in alcuni tubi, che i fori da' medesimi compresi si presentano come una semplice linea oscura.

Questa medesima linea oscura si riscontra nell' unione de' bordi gonfiati delle trachee, e dà a divedere che anche le false trachee hanno delle lunghe fessure in mezzo alle loro protuberanze trasversali.

Dall' esame quindi ripetuto de' grandi tubi delle piante, risulta ch' essi non contengono granellini simili a quei della Chara, e che là, ove la membrana si gonfia, esiste in mezzo un foro, o fessura più, o meno allargata.

Ma il succhio ascende egli poi realmente per questi gran vasi, o sono dessi destinati piuttosto ad altre funzioni ?

Qui le opinioni sono diverse, e le autorità si bilanciano. Link ci assicura che i liquori colorati non entrano in questi

canali quando le radici delle piante, e le piante stesse sono illese, e che le trachee, le false trachee, e i tubi porosi si vedono sempre vuoti. Secondo quest' Osservatore i cennati vasi sono destinati a contenere l' aria necessaria alla preparazione del succhio, il quale ascende nel vegetabile per i vasi fibrosi. Per chi dunque decidersi?

Un esperimento semplicissimo da me fatto, e facile da ripetere, mi sembra convincente in favore di Link, almeno nelle piante che ho esaminate.

Osservando la tessitura dell' Heracleum Sphondilium trovai che accanto a de' grossi fascetti di trachee e tubi porosi, scorrono per tutta la loro lunghezza altri fascetti di tubi fibrosi. Tagliai trasversalmente questi fascetti che si separano dal resto della pianta, e con una lente acromatica di cinque linee di fuoco mi feci a contemplare la sezione.

Or quì premendo i fascetti fra le dita, senza equivoco vidi spicciar fuori il succhio dai vasi fibrosi, il quale venendo poscia a coprire i fori prima aperti delle trachee e dei tubi porosi, diede principio ad un forte gorgoglio cagionato dall' uscita dell' aria per questi ultimi vasi in forma di bollicine.

Questa esperienza anche variata dà il medesimo risultamento. Si prendano dei fascetti di trachee, di false trachee e tubi porosi, con accanto altri fascetti di tubi fibrosi, e si racchiudano fra due vetri trasparenti. Guardando col Microscopio contro la luce la lunghezza de' canali di questi oggetti, si scoprirà nello stringere i vetri, che il succhio fluisce dai tubi fibrosi, e l'aria esce dagli altri gran vasi come nell' esperimento precedente: ma quì singolarmente si osserva che i tubi dell' aria sono in forte grado elastici, cosicchè al cedere la pressione de' vetri, l'aria in parte ritorna nei propri ricettacoli mista all'acqua, la quale s'introduce per l' imboccatura de' tubi, ed entra anche per le lacerazioni de' medesimi prodotte dallo sforzo della pressione. È curioso il vedere quest' aria insieme coll' acqua percorrere avanti indietro con molta velocità l' interno de' tubi, al chiudersi ed aprirsi i vetri alternativamente.

Tali fenomeni non si scorgano soltanto nell' Heracleum Sphondilium, ma sono visibili più o meno nei filetti legnosi di Cucurbita pepo, nelle nervature delle Plantago major, e Plantago lanceolata ec.

Se adesso mi si domanda se i tubi fibrosi pei quali si è veduto scorrere il succhio contengano corpiccciuoli simili a quei della Chara, rispondo affermativamente.

Tutti però non sono egualmente grossi, ed alcuni appena si scuoprono coi maggiori ingrandimenti, forse in altre piante ve ne saranno ancora per la loro piccolezza degl' invisibili, ma le mie osservazioni non si estendono d' avvantaggio, e chi sa se le diverse mie occupazioni mi permetteranno di ritornar più sopra questo soggetto estraneo ai miei studj principali. Io sarei ben contento che questo mio abbozzato lavoro potesse richiamare l' attenzione de' Fisici, e de' Botanici-Anatomici, affinchè per opera loro fosse dimostrato ciò che ora non oso chiamare che semplice congettura.

Fig 4
Fig 5
Fig 10